

特集：高輝度 X 線 (I) — SPring-8 —

軟 X 線光化学

小谷野 猪之助

姫路工業大学理学部*

Soft X-ray Photochemistry

Inosuke KOYANO

Department of Material Science, Himeji Institute of Technology

長い直線部を多数有する SPring-8 においてはかなり周期長の長いアンジュレーターの設置が可能であり、これを利用することによってきわめて良質で強力な軟 X 線が得られることが期待される。本ビームラインは、この軟 X 線を利用するビームラインであり、狭義の軟 X 線光化学と軟 X 線 CVD の 2 つのグループの気相実験ステーションが併置される。用いるアンジュレーターは、北村、田中両氏の考案になるいわゆる“8 の字アンジュレーター”であり、これを直線偏光モードで用いる。光化学グループは、この軟 X 線と独自の設計になる高分解能分光器を組み合わせることによって、この領域における世界最高の分解能と強度を実現し、内殻励起分子の分光学および光イオン化/イオン化解離ダイナミックスの研究を行うことを目指している。一方、CVD グループはこの光源の高い強度に着目し、それを分光せずに用いて SRCVD, SR エッチング, SR アプレーションを行い、それらの反応機構を解明することを目指している。

軟 X 線光化学グループの目的を達成するため

の要となるのは高分解能回折格子分光器である。この分光器には、光子エネルギー 1 keV における最高分解能 0.01 eV (相対分解能 $E/\Delta E=10^5$)、この分解能で照射位置に最終的に得られる光子数 $10^{12}/s$ という性能が要請されている。それは、この分解能において初めて多くの分子の内殻励起状態の振動構造が分解でき、この強度において初めて光電子や解離生成物の角度分布が追い出し電場をかけることなしに測定できると考えられるからである。また、照射位置でのビームサイズは $0.5 \times 0.5 \text{ mm}^2$ 以下であることが要請される。これらの要請を満たす分光器としてこれまで 2 つの型のものを設計・検討してきたが、現在、等間隔直線刻線溝をもつ平面回折格子と放物面結像鏡を用いるタイプに固まっている。しかし、放物面鏡の製作技術はまだどのメーカーももちあわせていず、また価格がべらぼうなものになってしまうことのため、業者および出資者 (共同チーム) との折衝の段階で難航しており、平成 9 年度に最初の光が出るまでには間に合わないことが明白となった。先発のビームラインとしては大変残

* 姫路工業大学理学部 〒678-12 兵庫県赤穂郡上郡町金出地1479-1
TEL 07915-8-0167 FAX 07915-8-0132
e-mail koyano@sci.himeji-tech.ac.jp

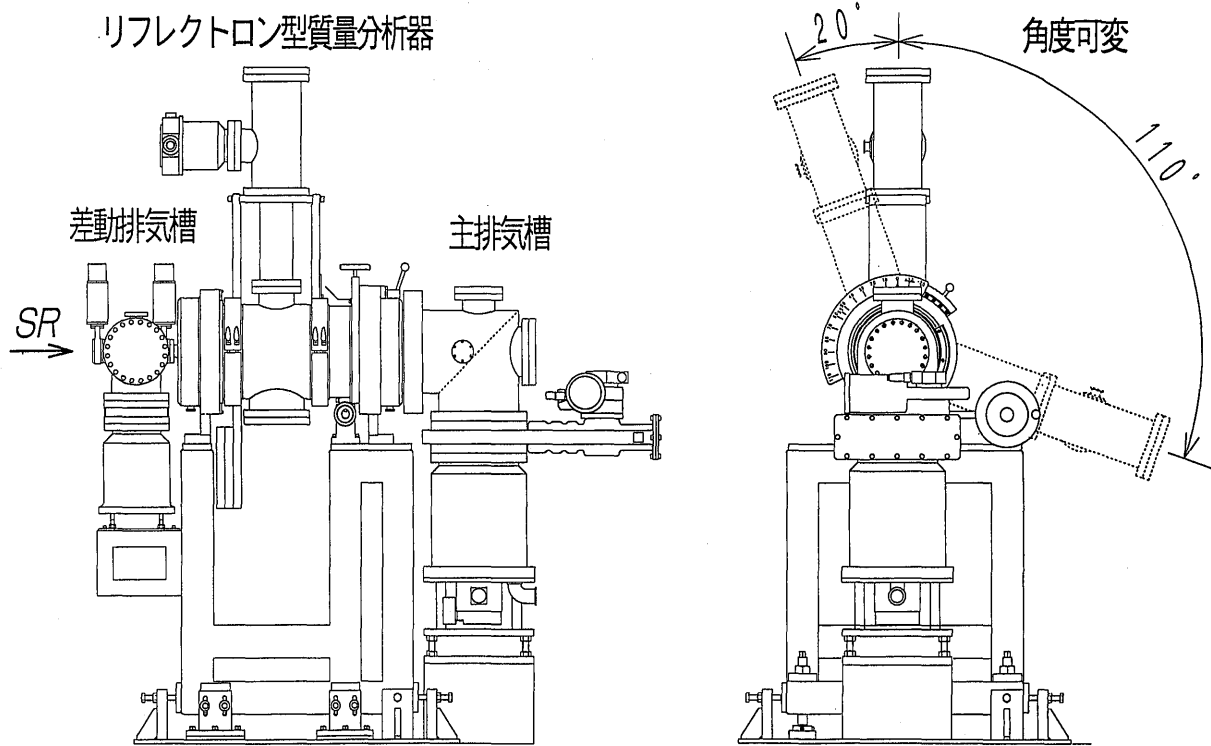


Figure 1. Schematic view of the experimental chamber for soft X-ray photochemistry.

念なことである。現在、とりあえず前置鏡だけを製作し、光の発生と同時に分光しない光を用いて装置の調整やながしかの実験が始められるようにすることを検討中である。

分光器の後ろにくる観測チャンバーおよび計測機器はすでに入札・落札を経て発注され、製作/購入のプロセスが進行中である。観測装置の概略を図1に示す。上記の目的を達成するために、光電子/オージェ電子エネルギー分析器、イオンエネルギー/質量分析器、リフレクトロン型質量分析器等を備え、それらを入射光の伝播ベクトルの周りにセットで回転できるようになっている。さらに、電子とイオンの検出器相互の角度も変えられる設計になっており、これによって光電子や解離イオンの角度分布のみならず、電子-イオン間の角度相関もとることができる。

この装置を用いて、軟X線光化学グループが目指している研究テーマは、(1)内殻励起領域における超高分解能分子分光、(2)原子・分子の光イオン化ダイナミックスの完全実験、(3)内殻励起多原

子分子の光解離経路の完全決定、(4)SRとレーザーの組み合わせ（ポンププローブや2重共鳴）による新奇な（内殻）励起状態の生成、キャラクタリゼーションおよびダイナミックス、(5)分子多価イオンの化学（組み替え）反応などである。

軟X線CVDでは少しでも強度の強い軟X線が必要であることから、アンジュレーターからの光を分光せずに直接照射するダイレクトビームと、集光鏡によるマイクロビームとに分けて利用する計画である。建設計画では、まず比較的容易なダイレクトビームの実験ステーションを構築し、ついで集光鏡を挿入してマイクロビームを作り出す。昨年度にダイレクトビームラインのための真空チャンバーを設計し、公開入札の上、発注を行った。それは、差圧排気部、反応容器、分析容器からなっている。反応容器内にガスを導入し、試料上への薄膜堆積、エッチングを行った後、これを大気解放せずに分析器に移して評価できるように設計されている。本装置は今年度に納入され、組立、検査、性能テストを経て年度中に単

独自の装置として稼働にこぎ着ける段取りになっている。来年度に予定されている光の発生と同時に本実験を開始できる予定である。しかし、この初年度発注分には集光鏡や評価装置は含まれていず、次年度以降にどうしても装備していかなければならない。

軟 X 線 CVD グループが目指している研究テーマは、種々の半導体、誘電体金属等の電子材料を対象物質とした薄膜作成、微細加工、反応機構の解明などであり、これらを通して物質創製、微

細加工のイノベーションをはかっていくことを目的としている。

本ビームラインは気体試料を大量に用いるビームラインである。光化学にしろ CVD にしろこれらの実験を安全かつ有効に行っていくためには、試料準備室、クリーンルーム、使用ガスの安全管理設備、廃ガスの無害化設備などが必要である。今後、これらの設置をぜひともはかっていきたいと考えている。